

① BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 61 624 A 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
G 06 K 19/073

⑪ Aktenzeichen: 100 61 624.0
⑫ Anmeldetag: 11. 12. 2000
⑬ Offenlegungstag: 27. 6. 2002

① Anmelder:
Giesecke & Devrient GmbH, 81677 München, DE

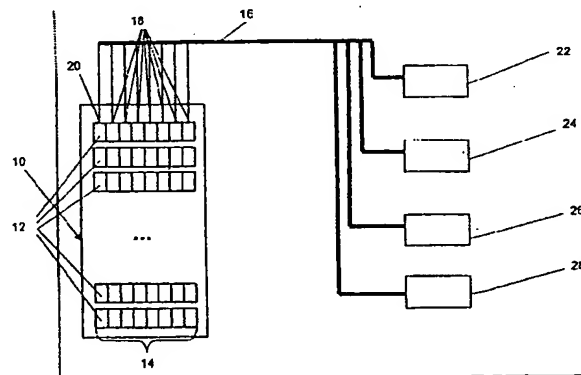
② Erfinder:
Kolbeck, Alexander, 82362 Weilheim, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

④ Verfahren und Vorrichtung zur Überwachung eines Schreibzugriffes auf Chipkartenspeicher sowie Verwendung eines solchen Verfahrens

⑤ Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Konsistenzüberwachung eines Schreibzugriffes auf einen als Zähler verwendeten Speicherbereich eines nicht-flüchtigen Schreib/Lesespeichers (10). Dabei wird jedes Speicherwort (12) in einen Zählerbereich (18) und einen Identifikationsbereich (20) aufgeteilt. Der Identifikationsbereich (20) ist dazu bestimmt, anzuzeigen, ob ein niedrigstwertiges Speicherwort (12) einen Über- oder Unterlauf hatte. Danach findet eine Konsistenzprüfung mittels eines Vergleichs aller Identifikationsbereiche (20) statt.



DE 100 61 624 A 1

BEST AVAILABLE COPY

DE 100 61 624 A 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung sowie ein Verfahren zur Überwachung eines Schreibzugriffes auf einen als Zähler verwendeten Speicherbereich eines nicht flüchtigen, Schreib-/Lesespeichers, dessen Wert auf mehrere Speicherwörter aufgeteilt ist.

[0002] Die Erfindung betrifft weiterhin eine Verwendung des eingangs erwähnten Verfahrens, um bei einem fehlerhaften und als inkonsistent erkannten Speicherzustand einen korrekten Speicherzustand herzustellen.

[0003] Die Erfindung geht aus von tragbaren Datenträgern, wie sie vor allem in Gestalt von Chipkarten, beispielsweise als Telefon-, Krankenversicherungs-, Autobahnenbühren- oder Getränkeautomatenkarten bekannt sind. Datenträger dieser Art besitzen vielfach einen Zähler zur Sicherung von in einem durch Schreibzugriff veränderbaren Speicher befindlichen Informationen, die stets vertrauenswürdig sein müssen. Mittels solcher Zähler wird z. B. sichergestellt, daß ein Schreibzugriff auf den Wertspeicher einer Telefonkarte auch dann korrekt und vollständig erfolgt und daß keine inkonsistenten Datenbestände gespeichert werden, wenn während des Schreibzugriffes eine Störung auftritt. Ein typisches Störungsszenario ist, daß beim Überschreiben eines EEPROM-Speichers während eines Schreibvorganges, in dem mehrere Speicherwörter zu überschreiben sind, nach dem Überschreiben eines Teiles der Speicherwörter eine Unterbrechung der Stromversorgung auftritt, so daß ein Teil der Speicherwörter bereits mit einem neuen Wert beschrieben ist, der andere Teil aber noch den alten Wert aufweist. Zur Vermeidung solcher inkonsistenter Speicherzustände ist es bekannt, vor dem Schreibzugriff an einer anderen Stelle im Speicher eine Kopie des zu ändernden Speicherinhaltes anzulegen, auf die dann im Falle einer Störung zurückgegriffen wird, um den Ausgangszustand etwa im Rahmen eines error-recovery-Verfahrens wiederherzustellen. Die Lösung ist naturgemäß speicherplatzintensiv und im Falle von EEPROMs wegen der langen Zugriffsdauer zudem vergleichsweise langsam.

[0004] Aus der EP 268 106 ist ein System für Chipkarten bekannt, bei dem ein Datentransfer zwischen einem Zähler und einem Speicher erfolgt und bei dem mittels einer in Hardware realisierten Sicherheitslogik eine den Zählerstand verringernde Transaktion überwacht wird. Der Zähler unterliegt allerdings einer starken Begrenzung, da lediglich eine abnehmende Veränderung des Zählers vorgesehen ist. Weiterhin basiert die hier vorgeschlagene Transaktionssicherung darauf, daß ein zusätzlicher Speicherbereich notwendig wird, in dem der zu beschreibende Zählerstand gesichert wird.

[0005] In der EP 783 741 sind ein System und ein Verfahren zum Betrieb einer wiederaufladbaren Chipkarte beschrieben, bei der der Wert eines Zählers, der den Buchungsstand der Chipkarte repräsentiert, wieder erhöht werden kann, nachdem ein gewisser Betrag abgebucht worden ist. Hierzu werden zwei Speicherbereiche definiert, auf die mit Hilfe einer Arbitrierungsschaltung zugegriffen wird. Bei einer Unterbrechung der Stromzufuhr während eines Schreibzugriffes wird bei diesem Verfahren bei der nächsten Benutzung der gesicherte Speicherbereich ausgewählt und aktiviert. Dieses Vorgehen erfordert eine aufwendige, kostenintensive und selbst fehleranfällige Auswahlsschaltung.

[0006] Aus der DE 196 04 876 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung bekannt zur Transaktionskontrolle bei elektronischen Geldbörsensystemen in Form von Speicherchip- oder Mikroprozessorkarten. Die Transaktion wird hier überwacht, indem ein zusätzlicher Speicherbereich als Puffer für den Transaktionszähler eingesetzt wird, so daß des-

sen Wert im System doppelt hinterlegt und damit gesichert ist. Dieses System ist speicherplatzaufwendig, wodurch ohnehin eng begrenzter Speicherplatz nicht mehr zur freien Verfügung steht, und erhöht ferner die Zugriffszeiten.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es vor diesem Hintergrund, ein Verfahren sowie eine zur Durchführung des Verfahrens geeignete Vorrichtung anzugeben, die eine schnelle und kostengünstige Überwachung eines Schreibzugriffes auf einen nicht flüchtigen Schreib-/Lesespeicherbereich ermöglichen, wobei nur minimal zusätzlicher Speicherplatz benötigt wird.

[0008] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Hauptanspruchs.

[0009] Die Aufgabe wird weiterhin gelöst durch eine Vorrichtung gemäß dem unabhängigen Anspruch 10.

[0010] Mit der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zur Verfügung gestellt, das es gestattet, einen fehlerhaften Schreibzugriff leicht zu erkennen und einen Speicherinhalt auf Konsistenz zu überprüfen. Im Falle des Erkennens einer Inkonsistenz erlaubt das erfindungsgemäße Verfahren ohne besonderen weiteren Aufwand hinsichtlich Speicherplatz und Laufzeit eine automatische Wiederherstellung eines konsistenten Speicherzustandes. Dabei besitzt es eine sehr günstige Speicherplatzbilanz. Im Falle des Erkennens eines inkonsistenten Speicherzustandes ist dabei nicht nur möglich, den ursprünglichen Zustand wiederherzustellen, sondern kann alternativ auch der eigentlich intendierte Zustand eingerichtet werden.

[0011] Ein Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht weiter darin, daß keine Kopien von zu überschreibenden Datensätzen angelegt werden müssen. Das Verfahren erzeugt nur einen sehr geringen zusätzlichen Speicherplatzbedarf und kommt mit geringem Einsatz von flächenintensiven, teuren Speicherbausteinen, wie RAM-Bausteinen oder EEPROMs aus.

[0012] In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist der Identifikationsbereich als Toggle-Flag ausgebildet, das vorzugsweise ein Bit umfaßt und anzeigt, ob durch einen überwachten Speicherzugriff ein Über- oder Unterlauf in dem niedrigstwertigen Speicherwort stattgefunden hat. Das Toggle-flag unterstützt besonders die Möglichkeit, im Falle eines Fehlers wahlweise den Ausgangszustand vor dem Schreibzugriff oder den intendierten Endzustand herzustellen. Ermöglicht wird dies durch die Information des Toggle-flags und durch Kenntnis des Wertes des jeweiligen Speicherwortes. Daraus läßt sich, beginnend bei dem niedrigstwertigen Speicherwort ableiten, ob eine Inkrementierung oder eine Dekrementierung stattgefunden hat. Soll der ursprüngliche Zustand wiederhergestellt werden, wird der Vorgang der In- oder Dekrementierung mit umgekehrtem Vorzeichen nochmals ausgeführt.

[0013] In vorteilhafter Weise eröffnet das erfindungsgemäße Verfahren weiter die Möglichkeit, einen Schreibzugriff und seine Überprüfung zeitlich zu entkoppeln. Dadurch ist es möglich, eine Überprüfung auf Konsistenz erst dann durchzuführen, wenn ein Zähler tatsächlich benötigt wird. Rechenleistung wird entsprechend nur beansprucht, wenn sie tatsächlich benötigt wird. Mit Vorteil kann vorgesehen sein, daß ein Zähler erst vor der unmittelbaren Verwendung überprüft wird. Bei Chipkartensystemen kann dadurch der Startvorgang beschleunigt werden.

[0014] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kommen ein 8-bit Datenbus sowie 1-Byte-Einheiten von Speicherwörtern, die atomar beschrieben werden können, zur Verwendung. Von diesen 8 Bit eines Speicherwortes wird 1 Bit als Identifikationsbereich, insbesondere Toggle-Flag, reserviert. Die Überprüfung des Schreibvorganges erfolgt dann über eine Prüfung der Toggle-Flags auf Konsi-

stenz. Ergibt sich, daß alle Flags denselben Wert haben, war der Schreibvorgang fehlerfrei, andernfalls liegt eine Inkonsistenz im Datensatz vor.

[0015] In der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfaßt das Verfahren weiterhin eine Anzeige, ob ein überwachter Schreibzugriff konsistent und/oder inkonsistent abgeschlossen worden ist.

[0016] Wahlweise kann bestimmt werden, ob im Fall einer Inkonsistenz diese Information weiterverarbeitet, insbesondere, ob ein konsistenter Zustand automatisch hergestellt werden soll. Im Falle einer Inkonsistenz läßt sich automatisch ein konsistenter Speicherzustand herstellen, ohne daß auf weitere Speicherbereiche zugegriffen werden muß.

[0017] Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfaßt bevorzugterweise zusätzlich eine Identifikations-Einheit, die das binäre Ergebnis der Überwachung berechnet und Anzeigemittel, die dieses Ergebnis nach außen hin sichtbar machen.

[0018] In alternativen Ausführungsformen sind auch andere Größen von atomar beschreibbaren Speicherwörtern, unter Verwendung eines entsprechenden Datenbusses, und/oder solche Identifikationsbereiche einsetzbar, die mehr als ein Toggle-Flag umfassen. Werden Toggle-Flags verwendet, die größer als ein Bit sind, können zusätzliche Informationen über das Speicherwort an die Kontrolleinheit weitergegeben werden. Mit dem Erfassen von entsprechenden Zusatzinformationen könnte das Verfahren auch auf Zähler angewendet werden, die in größeren Schritten zählen, als in 1-Schritten.

[0019] Eine besonders zweckmäßige Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt in der Kontrolle und gegebenenfalls Fehlerbeseitigung von Schreibzugriffen auf Speicherbereiche, die als Referenzzähler eingesetzt sind.

[0020] Weitere Vorteile, Merkmale und alternative Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden detaillierten Figurenbeschreibung, die in Zusammenhang mit der Zeichnung zu lesen ist, in der:

[0021] Fig. 1 eine schematische Darstellung von Elementen einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

[0022] Fig. 2 ein Speicher mit aufeinanderfolgenden Zuständen eines Zählers, und

[0023] Fig. 3 ein Ablaufdiagramm des Konsistenzüberwachungsverfahrens ist.

[0024] Fig. 1 zeigt eine zur Ausführung eines Überwachungsverfahrens geeignete Vorrichtung mit einem nichtflüchtigen Schreib-/Lesespeicher 10, der aus mehreren Speicherwörtern 12 besteht. Die Speicherwörter 12 sind in der dargestellten Ausführungsform in je acht Speicherzellen 14 gegliedert. Auf die Speicherzellen 14 eines Speicherwortes 12 kann quasi-parallel, atomar zugegriffen werden, wobei vorzugsweise ein Datenbus 16 mit einer Breite von 8 Bit eingesetzt wird. Als atomare Abläufe werden solche Programmabschnitte bezeichnet, die aus Sicherheitsgründen entweder vollständig oder gar nicht durchführbar sind. Sie dürfen nicht aufgeteilt werden und finden vor allem bei EEPROM-Schreibzugriffen Anwendung. Wird ein auf mehrere Speicherwörter 12 aufzuteilendes Datum in ein EEPROM geschrieben, werden zuerst das niedrigstwertige Speicherwort 12, anschließend sequentiell die höherwertigeren beschrieben. Die einzelnen Speicherzellen 14, die das Speicherwort 12 bilden, werden – bis auf minimale, zulässige, statistische Schwankungen – gleichzeitig beschrieben.

[0025] Die Speicherwörter 12 sind jeweils in einen Zählerbereich 18 und in einen Identifikationsbereich 20 aufgeteilt. Dabei ist der Identifikationsbereich 20 als 1-Bit Toggle-Flag, ausgebildet, das grundsätzlich zwei Zustände annehmen kann und anzeigt, ob in dem zugehörigen Speicherwort 12 bei einem Schreibzugriff ein Über- oder Unterlauf erfolgt ist. Der Zählerbereich 18 umfaßt die übrigen Bits des

Speicherwortes 12, im Ausführungsbeispiel 7 Bit. Für den Zählerbereich 18 stehen demnach nur noch 7 Bit zur Verfügung. Die damit verbundene Speicherplatzeinbuße für den Zähler ist jedoch vertretbar und kann gegebenenfalls durch Hinzunahme eines, bei sehr großen Zahlen eventuell auch mehrerer, weiteren Speicherwortes leicht kompensiert werden.

[0026] Weiterhin beinhaltet die Vorrichtung eine Toggle-Einheit 22 sowie eine Kontrolleinheit 24. Bevorzugt beinhaltet sie ferner eine Fehlerbehebungs-Einheit 26 sowie Anzeigemittel 28.

[0027] Unter Bezugnahme auf die Fig. 2 und 3 werden nachfolgend die Funktion der erwähnten Vorrichtungselemente sowie der erfindungsgemäße Verfahrensablauf erläutert:

Die Toggle-Einheit 22 dient dazu, den Wert des jeweiligen Identifikationsbereichs 20 zu wechseln, d. h. von "0" auf "1" oder vice versa zu springen, falls ein niedrigstwertiges Speicherwort 12n aufgrund eines überwachten Schreibzugriffes einen Über- oder Unterlauf hat. Hat ein Schreibzugriff andererseits keinen Einfluß auf die nächsthöherwertigen Speicherwörter 12, hält die Toggle-Einheit 22 den Wert des Identifikationsbereichs 20 unverändert.

[0028] Die Kontrolleinheit 24 überwacht, ob nach einem Schreibzugriff ein konsistenter Speicherzustand vorliegt. Sie prüft hierzu, ob alle Identifikationsbereiche 20 der einzelnen Speicherwörter 12 übereinstimmen, der Schreibzugriff also auf allen beteiligten Speicherwörtern 12 erfolgte. Die Kontrolleinheit 24 beginnt dabei mit dem niedrigstwertigen Speicherwort 12n und prüft, ob sich der Wert des Identifikations-Flags 20 dieses Speicherwortes 12 von dem Identifikations-Flag 20 des nächst höherwertigeren Speicherwortes unterscheidet. Dieser Vorgang wird sodann für alle Speicherwörter 12 durchgeführt. Weisen nicht alle Identifikations-Flags 20 denselben Wert auf, ist eine Inkonsistenz erkannt. Dies kann insbesondere der Fall sein, wenn sich während eines Schreibzugriffes auf die einzelnen Speicherwörter 12 des Speichers 10 eine Störung ereignet hat, etwa eine Stromunterbrechung stattfand. Dann wurde beispielsweise das niedrigstwertige Speicherwort 12 beschrieben, nicht jedoch die höherwertigen Speicherwörter 12, so daß die Identifikations-Flags 20 nicht übereinstimmen.

[0029] Liefert die Identifikations-Flag-Prüfung eine Inkonsistenz, wird das Ergebnis weiterverarbeitet und einer Fehlerbehebungseinheit 26 zugeführt und/oder angezeigt. Stimmen die Werte aller Identifikations-Flags andererseits überein, ist der Datensatz in den Speicherwörtern 12 konsistent und damit korrekt. Erfindungsgemäß wird also die Vollständigkeit eines Schreibzugriffes auf alle beteiligten Speicherwörter 12 geprüft.

[0030] Die Konsistenzprüfung der Kontrolleinheit 24 kann unmittelbar im Anschluß an den zu überprüfenden Schreibzugriff stattfinden.

[0031] Wie anhand Fig. 3 ersichtlich, ist es alternativ auch möglich, die Überwachung des Schreibvorganges dem Schreibvorgang nicht direkt zeitlich nachgeordnet auszuführen, sondern erst, wenn ein erneuter Zugriff auf den Zähler, insbesondere auf den Speicher 10 erfolgen soll. Bei spezifischen Anwendungsfällen, die den Zählerzustand nicht benötigen, läßt sich dadurch Rechenleistung einsparen. Die Konsistenzprüfung wird dann gleichsam rückwirkend unmittelbar vor dem nächsten Schreibzugriff angestoßen.

[0032] Die Fehlerbehebungseinheit 26 dient zur automatischen Herstellung eines konsistenten Speicherzustandes, falls durch die Kontrolleinheit 24 eine Inkonsistenz erkannt worden ist.

[0033] Im Falle einer Inkonsistenz wird anhand der Identifikations-Flags 20 zunächst bestimmt, an welcher Stelle sie

genau liegt, d. h. in welchem Speicherwort 12 sie aufgetreten ist. Anschließend werden, um einen konsistenten Zustand zu erhalten, die in dem Schreibvorgang bereits beschriebenen Speicherwörter 12 wieder zurückgesetzt. Dies geschieht, indem beginnend beim niedrigstwertigen Speicherwort 12n und endend beim höchstwertigen Speicherwort 12h geprüft wird, bei welchem Speicherwort 12 der Zählerbereich 18 zum ersten Mal nicht in allen Speicherzellen 14 durchweg den Wert "0" oder nicht durchweg den Wert "1" aufweist. Dieses Speicherwort wird dann, falls das zugeordnete Identifikations-Flag 20 anzeigt, daß diese Speicherwörter durch den zu überwachenden Schreibzugriff bereits beschrieben worden sind, um "1" dekrementiert, falls der Speicherzugriff eine Addition bildete, um "1" inkrementiert, falls der Speicherzugriff eine Subtraktion bildete. Das Identifikations-Flag 20 muß also konsistent sein mit dem niederwertigsten Speicherwort 12n, bzw. dessen Identifikations-Flag 20. Zusätzlich wird der Wert aller Speicherzellen 14 aller niederwertigeren Speicherwörter 12 gewechselt, von "0" auf "1" und umgekehrt. Auf diese Weise wird schließlich der konsistente Speicherzustand wiederhergestellt, der vor dem fehlerhaften Schreibzugriff vorlag.

[0034] Die Bestimmung, ob eine Addition oder eine Subtraktion vorlag, geschieht durch Auswertung des Zählerbereiches 18 des niederwertigsten Speicherwortes 12n. Sind nach dem überwachten Schreibzugriff alle Speicherzellen 14 darin auf "0" gesetzt, lag eine Addition vor. Der Wert der Speicherzellen 14 wird dann auf "1" zurückgesetzt. Sind nach dem zu überwachten Schreibzugriff alle Speicherzellen 14 auf "1" gesetzt lag eine Subtraktion vor. Der Wert der Speicherzellen 14 wird in diesem Fall auf "0" zurückgesetzt.

[0035] Die Identifikations-Flags 20 erlauben also zum einen eine Aussage dazu, ob ein konsistenter Speicherzustand vorliegt oder nicht, und zum anderen, welche Speicherwörter 12 im Fall einer Inkonsistenz durch den unvollständigen Schreibzugriff bereits beschrieben worden sind.

[0036] Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich besonders für Zähler in tragbaren Datenträgern, speziell für Chipkarten. Unter anderem kommt hier ein Einsatz als Referenzzähler in Betracht. Neuere Chipkarten verfügen über Betriebssysteme, die ein Nachladen von ausführbarem Programmcode ermöglichen. Bei diesem Kartentyp kann ein Anwendungsanbieter selbst einen Programmcode mit der Chipkarte ausführen, den der Betriebssystemhersteller nicht kennt. Karten dieser Art basieren z. B. auf einer Programmierung in der Sprache JAVA. Bei solchen Karten werden je nach Anwendungsfall werden verschiedene Java-Applets auf den Speicher der Chipkarte aufgespielt und gegebenenfalls wieder gelöscht. Um das Hinzufügen von neuen Programmen und das Löschen von vorhandenen verwalten zu können, werden auf solchen Karten Referenzzähler eingesetzt, die mit jedem hinzukommenden Applet inkrementiert, mit jedem gelöschten Applet dekrementiert werden. Als Referenzzähler eignen sich insbesondere nach dem erfindungsgemäßen Verfahren betriebene Zähler.

[0037] Der Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahrens ist aber nicht auf diese Anwendung beschränkt. Vielmehr ist es auf Microcontroller allgemeiner Art, deren Speicherzustand auf Konsistenz geprüft werden soll, anwendbar. In dieser Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung zweckmäßig noch eine Fehlerbehebungseinheit 26 und ein Anzeigemittel 28.

[0038] Das Anzeigemittel 28 hat eine Schnittstelle mit der Kontrolleinheit 24 und gegebenenfalls mit der Fehlerbehebungseinheit 26. Wird durch die Kontrolleinheit 24 eine Inkonsistenz im Datensatz festgestellt, zeigt es dies an. Wahlweise kann festgelegt werden, ob zusätzlich die Adresse des Speicherwortes 12 angezeigt wird, bei dem der Fehler auftrat. Je nach Anwendungsfall kann das Verfahren so ausge-

legt sein, daß der Anwender durch eine entsprechende Abfrage und Eingabe des Anwenders durch das Anzeigemittel bestimmen kann, ob eine automatische Fehlerbehebung durchgeführt werden soll. Dies ist sinnvoll, weil das mit der automatischen Fehlerbehebung verbundene Risiko eines erneut fehlerhaften Schreibvorganges von Fall zu Fall unterschiedlich zu bewerten ist.

[0039] Der erfindungsgemäße Ablauf umfaßt Prozesse, die vor einem eigentlichen Schreibzugriff auf die Speicherwörter 12 stattfinden und solche, die nach oder während eines Schreibzugriffes erfolgen. Als vorbereitende Organisationsmaßnahme vor einem Schreibzugriff findet die Zuordnung eines Identifikations-Flag 20 zu jedem Speicherwort 12 statt, mithin die Gliederung jedes Speicherwortes 12 in Identifikationsbereich sowie Zählerbereich zur Speicherung des Zählerzustandes. Nach oder auch schon während eines Schreibzugriffes erfolgt sequentiell für jedes beteiligte Speicherwort 12 eine Toggle-Operation abhängig von der Existenz eines Über- oder Unterlaufs in dem ersten oder niedrigstwertigen Speicherwort 12n. Daran anschließend wird der Schreibzugriff insgesamt hinsichtlich seiner Konsistenz analysiert, indem alle Identifikations-Flags 20 verglichen werden. Ergibt der Vergleich, daß alle Identifikations-Flags 20 übereinstimmen, sind alle aktuellen Speicherwörter korrekt und deren Datensatz ist konsistent. Wird andernfalls eine Abweichung festgestellt, lag genau an dieser Stelle ein Fehler bei dem Schreibzugriff vor und der Datensatz ist inkonsistent.

[0040] In Fig. 2 ist zur Veranschaulichung einer Anwendung des Verfahrens ein Ausschnitt eines nicht flüchtigen Schreib-/Lesespeichers 10 dargestellt. Er besteht aus drei 1-Byte-Speicherwörtern 12. Jedes Speicherwort 12 ist in einen 7 Bit breiten Zählerbereich 18 sowie in einen Identifikationsbereich, dem Identifikations-Flag 20, untergliedert. Das Identifikations-Flag 20 ist die jeweils links außen stehende Speicherzelle 14, die in der Zeichnung leicht abgesetzt dargestellt ist.

[0041] Fig. 2a zeigt einen Zählerstand, der den Wert "2175" in Binärcodierung repräsentiert. Alle drei Identifikations-Flags 20 haben denselben Wert "0"; es liegt ein konsistenter Speicherzustand vor. Es wird angenommen, daß der in Fig. 2a dargestellte Zähler um 1 inkrementiert werden soll. Die Inkrementierung bedingt im niedrigstwertigen – in der Zeichnung dem rechten – Speicherwort 12n einen Überlauf des Speicherwortes, zugleich wechseln alle Speicherzellen 14 ihren Wert von "1" auf "0". Aufgrund des Überlaufes wird das zugeordnete Identifikations-Flag 20 von "0" auf "1" gesetzt. Fig. 2b zeigt den Zustand des Zählers, bevor der Schreibzugriff auf das zweite, d. h. das nächste höherwertige – in der Zeichnung das mittlere – Speicherwort 12 fortgesetzt wird. Träte nun eine Stromunterbrechung auf, während gerade der Schreibzugriff auf das zweite – mittlere – Speicherwort 12 stattfindet und noch nicht abgeschlossen ist, würde die Kontroll-Einheit 24 dies an der resultierenden Inkonsistenz erkennen, weil sich dann, wie aus Fig. 2b ersichtlich, die Identifikations-Flags 20 des beiden ersten Speicherwörter unterscheiden.

[0042] Fig. 2c zeigt den nach dem Beschreiben des zweiten – mittleren – Speicherwortes vorliegenden Zustand des Zählers, wenn der Schreibvorgang im niedrigstwertigen ersten – rechten – Speicherwort störungsfrei abgeschlossen wurde. Der Überlauf des ersten bedingt eine Inkrementierung des zweiten Speicherwortes. Außerdem bewirkt die infolge des Überlaufes vorgenommene Änderung des Identifikations-Flags 20 im ersten Speicherwort, daß alle Identifikations-Flags 20 auch der übrigen Speicherwörter geändert werden. In Fig. 2c ist das Identifikations-Flag 20 des zweiten Speicherwortes bereits geändert; von "0" auf "1", das des

dritten – linken – Speicherwortes steht noch auf "0".

[0043] In dem in Fig. 2 zugrundegelegten Beispiel kommt es, da im zweiten Speicherwort kein Überlauf auftritt, im dritten – linken – Speicherwort zu keiner Änderung im Zählerbereich. Aufgrund des Überlaufes des ersten – rechten – Speicherwortes wird aber auch in dem dritten Speicherwort das Identifikations-Flag 20 geändert, von "0" auf "1". Fig. 2d zeigt den danach vorliegenden Zustand. Der Schreibzugriff ist damit abgeschlossen. Alle Identifikations-Flags 20 stimmen überein und zeigen einen konsistenten Speicherzustand bzw. einen erfolgreichen Schreibzugriff an.

[0044] Soll nun der in Fig. 2d dargestellte Zählerstand ein weiteres Mal inkrementiert werden, findet lediglich eine Veränderung im niedrigstwertigen – rechten – Speicherwort 12n statt. Es kommt zu keinem Überlauf. Alle Identifikations-Flags 20 bleiben deshalb unverändert. Bei der anschließenden Konsistenzprüfung erkennt die Kontrolleinheit 24 trotzdem für alle Speicherwörter 12 übereinstimmende Identifikations-Flags 20, was auf einen konsistenten Speicherzustand rückschließen läßt.

[0045] In der vorbeschriebenen Ausführungsform der Erfindung wurde ein 1-Bit-Identifikations-Flag als Identifikationsbereich 20 gewählt. Es ist ohne weiteres aber auch möglich, mehrere Bits eines Speicherwortes 12 für den Identifikationsbereich 20 zu reservieren. Damit können zusätzliche Informationen codiert werden, die für die Kontrolleinheit 24 und/oder die Fehlerbehebungseinheit 26 benötigt werden.

[0046] In der bevorzugten Ausführungsform ist die Größe des Speicherwortes 12 durch die Anzahl der in einem atomaren Schreibzugriff zu beschreibenden Speicherzellen 14 definiert. Wird ein 8-Bit Datenbus verwendet, beträgt deshalb die Größe ein Byte. In einer alternativen Ausführungsform der Erfindung sind jedoch auch andere Bus- und Speicherwortgrößen einsetzbar.

[0047] Alternativ kann ein üblicher 1-Byte-Zählerbereich verwendet werden, der vollständig zur Speicherung des Zählerzustandes – also als Zählerbereich 18 – verwendet werden kann. An einer anderen Stelle im Speicher 10 muß dann für jedes Speicherwort 12 ein Flag 20 zugeordnet und abgelegt sein. Dies hat den Vorteil, daß eine flexiblere Aufteilung des Speicherbereichs möglich ist.

[0048] Vorzugsweise wird bei der eben beschriebenen separaten Flag-Anordnung eine solche Aufteilung gewählt, daß alle Flags 20 zusammen als separates Flagspeicherwort abgelegt werden. Besteht der Speicher 10 aus mehr als acht Speicherwörtern 12, werden mehrere solcher Flagspeicherwörter angelegt.

[0049] Dies bringt den Vorteil, daß bei der Konsistenzprüfung eine geringere Anzahl von Flag-Zugriffen notwendig ist, da bereits acht Flags in einem Zugriff verglichen werden können.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung eines Schreibzugriffes auf einen als Zähler verwendeten Speicherbereich eines nichtflüchtigen, Schreib-/Lesespeichers (10), wobei der Speicherbereich auf mehrere Speicherwörter (12) aufgeteilt ist, mit folgenden beginnend bei dem niedrigstwertigen Speicherwort (12n) und endend bei dem höchstwertigen Speicherwort (12h) ausgeführten Schritten:

- Zuordnen je eines Identifikationsbereichs (20) zu jedem Speicherwort (12),
- Ändern der Werte aller Identifikationsbereiche (20), falls durch den Schreibzugriff ein Über- oder Unterlauf des niedrigstwertigen Speicherwortes (12n) erfolgt ist,

- Beibehalten der Werte aller Identifikationsbereiche (20), falls durch den Schreibzugriff kein Über- oder Unterlauf des niedrigstwertigen Speicherwortes (12n) erfolgt ist,
- Überwachen des Schreibzugriffes mittels einer Konsistenzprüfung aller Identifikationsbereiche (20) der zu beschreibenden Speicherwörter (12).

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Konsistenzprüfung in einem Vergleich aller Identifikationsbereiche (20) besteht und zu einem Ergebnis "Zählerzustand ist konsistent" führt, falls alle Identifikationsbereiche übereinstimmen und andernfalls zu einem Ergebnis "Zählerzustand ist inkonsistent" führt.

3. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Identifikationsbereich (20) durch ein Ein-Bit-Flag gebildet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Größe des Speicherwortes (12), auf dessen Speicherzellen (14) parallel zugegriffen werden kann, ein Byte beträgt.

5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Überwachung des Schreibzugriffes nicht aufgrund der Werte der jeweiligen Identifikationsbereiche (20) erfolgt, sondern aufgrund eines Wechsels dieser Werte.

6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Überwachung des Schreibzugriffes ein Anzeigen eines konsistenten und/oder inkonsistenten Speicherzustandes umfaßt.

7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Überwachung des Schreibzugriffes ein automatisches Herstellen eines konsistenten Speicherzustandes umfaßt.

8. Verwendung des Verfahrens nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren für eine Konsistenzüberwachung eines Schreibzugriffes auf einen Referenzzähler, insbesondere für Java-Applets, angewendet wird.

9. Verwendung des Verfahrens nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren angewendet wird, um bei einem fehlerhaften und als inkonsistent erkannten Speicherzustand einen korrekten Speicherzustand herzustellen, indem ein ursprünglicher Speicherzustand vor dem Schreibzugriff oder ein intendierter Speicherzustand nach dem Speicherzugriff hergestellt wird.

10. Vorrichtung zur Überwachung eines Schreibzugriffes auf einen als Zähler verwendeten Speicherbereich eines nichtflüchtigen Schreib-/Lesespeichers (10), wobei der Speicherbereich auf mehrere Speicherwörter (12) aufgeteilt ist, mit:

zumindest zwei Speicherwörtern (12), die jeweils aus Speicherzellen (14) bestehen,

wobei jedes Speicherwort (12) aufgeteilt ist in: einen Zählerbereich (18), der zur Speicherung eines Zählerzustandes dient und dessen Speicherzellen (14) jeweils im quasi-parallel, als Block beschreibbar sind, und

einen Identifikationsbereich (20), der für jedes Speicherwort (12) anzeigt, ob der Schreibzugriff auf dieses Speicherwort (12) durchgeführt worden ist, einer Toggle-Einheit (22), die den Wert aller Identifikationsbereiche (20) wechselt, falls durch den Schreibzugriff ein Über- oder Unterlauf in einem Speicherwort (12) erfolgt ist, und die den Wert andernfalls unverändert beibehält und einer Kontrolleinheit (24), die überwacht, ob der Spei-

cherzustand konsistent ist und prüft, ob der Schreibzugriff auf allen beteiligten Speicherwörtern (12) erfolgte, indem deren Identifikationsbereiche (20) auf Übereinstimmung verglichen werden.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung Anzeigemittel (28) umfaßt, die das Ergebnis der Kontrolleinheit (24) darstellen. 5

12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung eine Fehlerbehebungs-Einheit (26) umfaßt, die einen inkonsistenten Speicherzustand automatisch in einen konsistenten Speicherzustand transformiert. 10

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

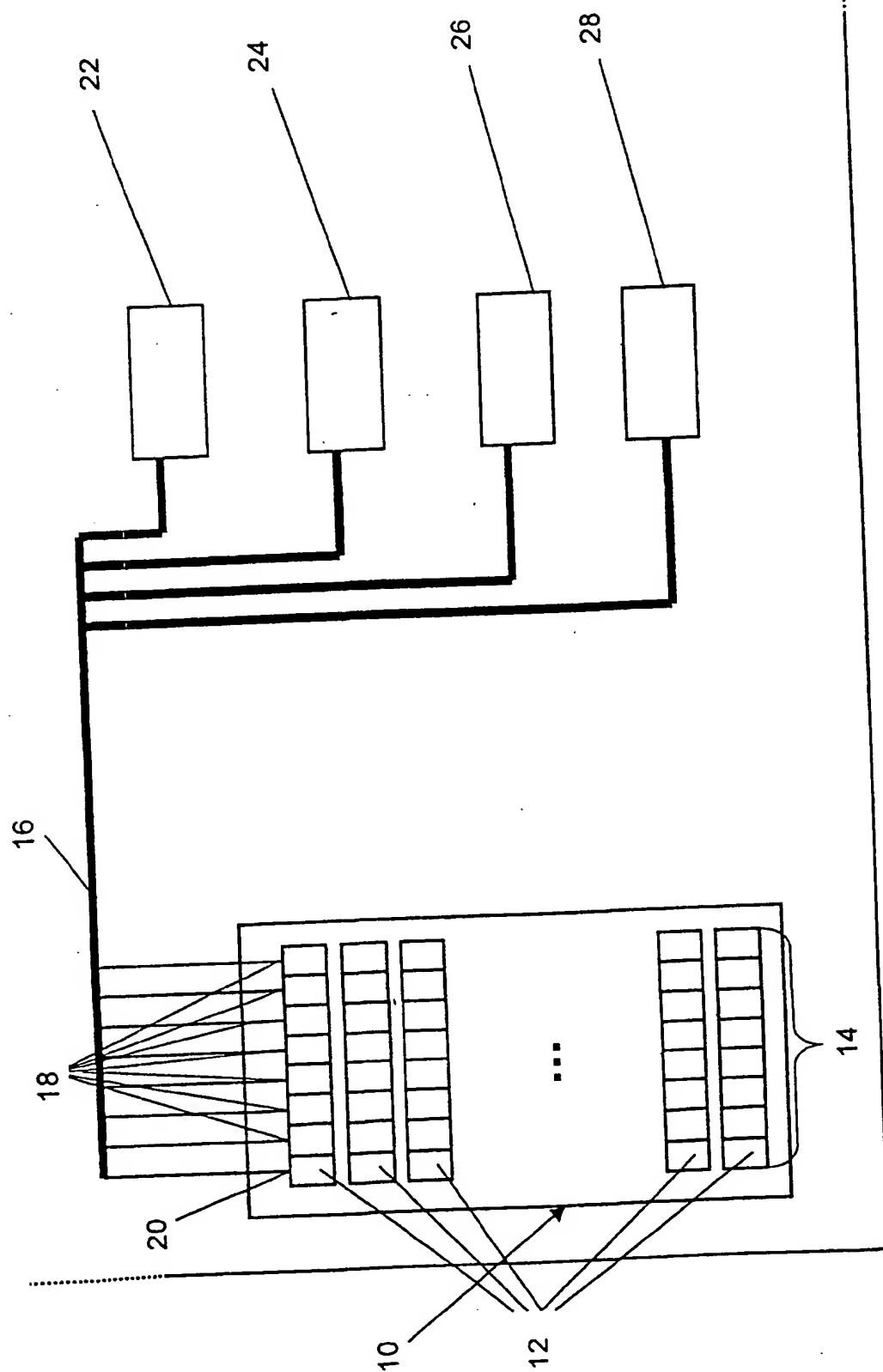


FIG. 1

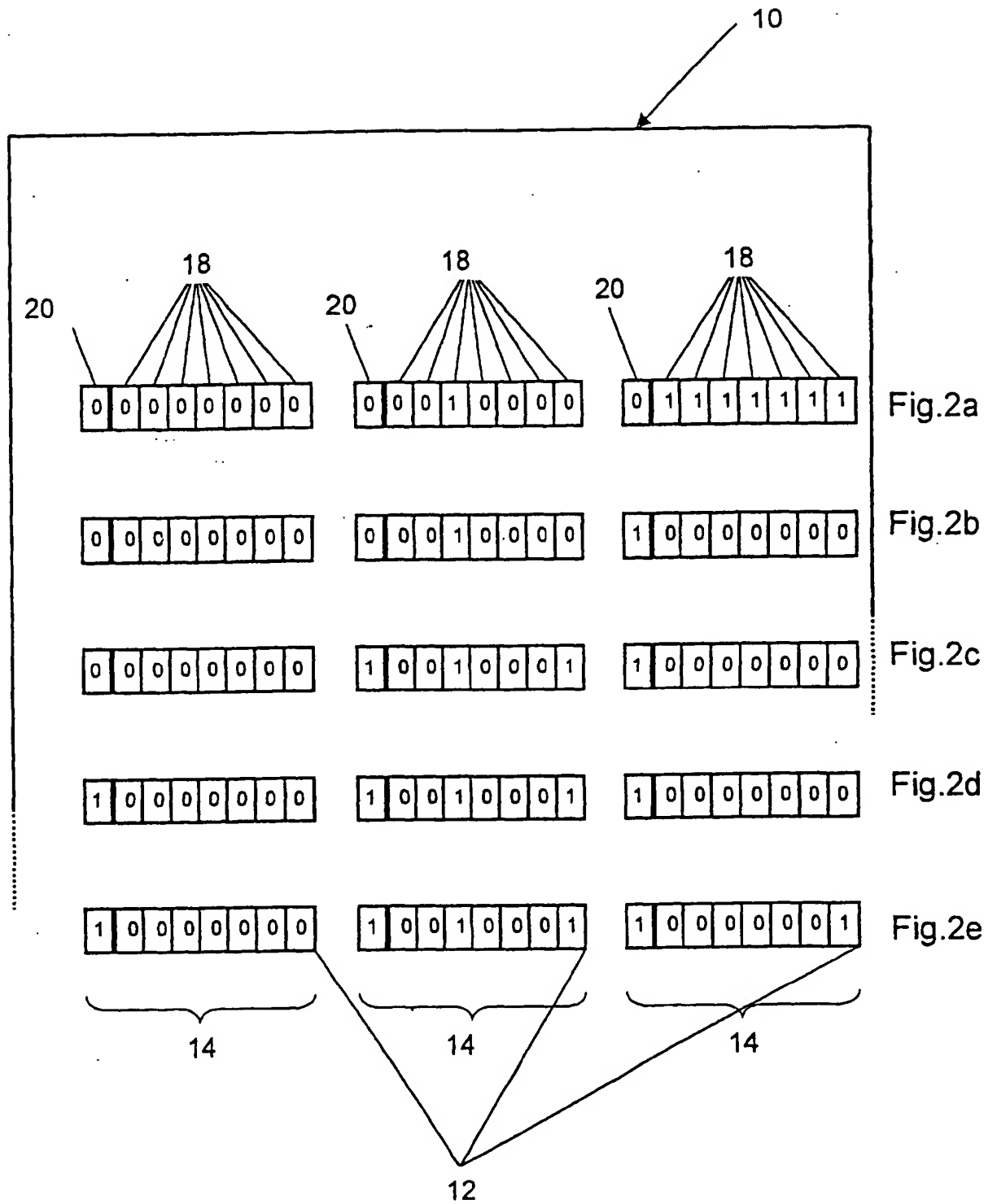


FIG. 2a-e

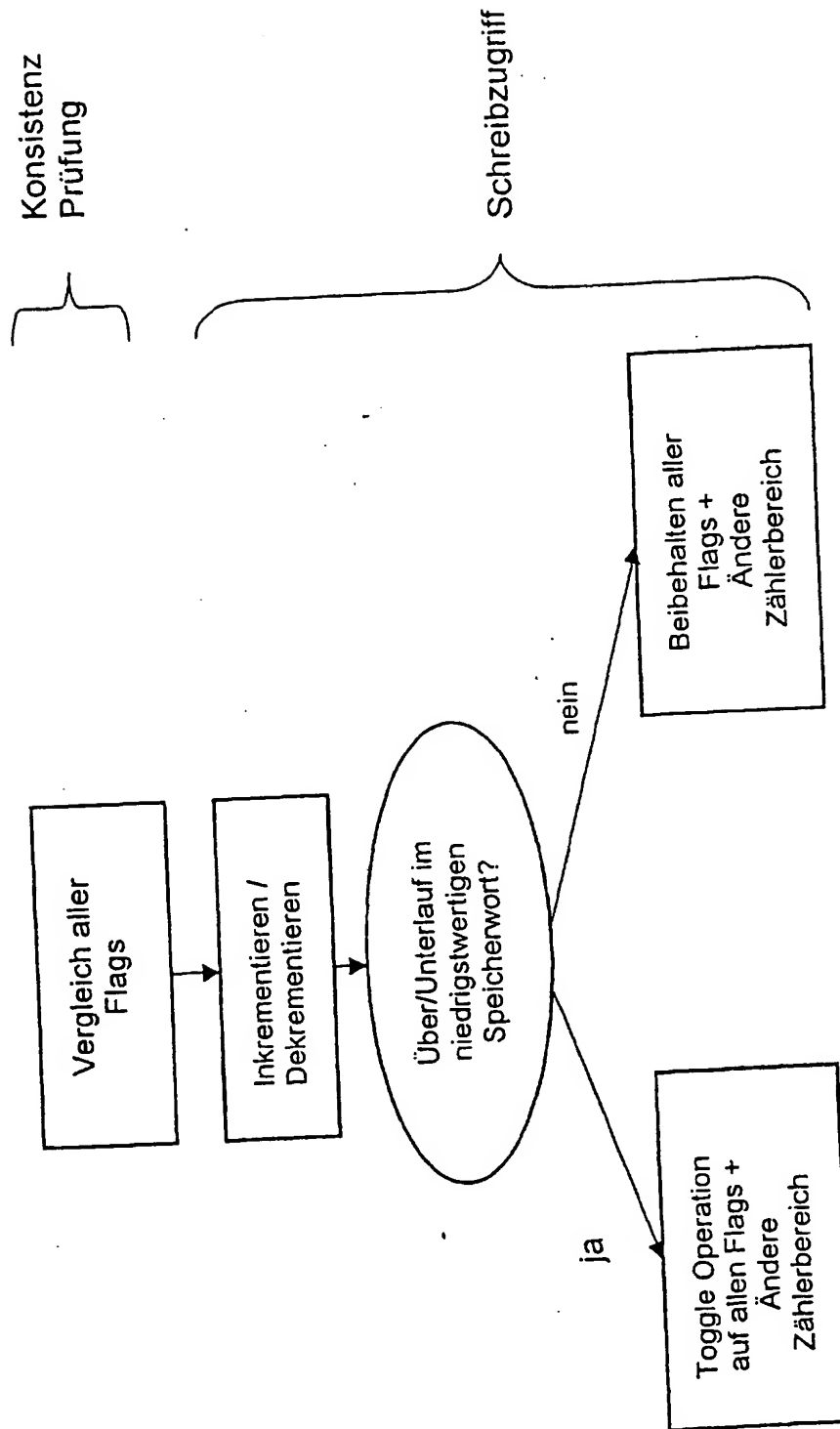


FIG. 3

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)